Ueber den

# Einfluss des Nervensystems

auf die

# Aufsaugung.

Inaugural-Dissertation

der medicinischen Facultät

der

Kaiser - Wilhelms - Universität Strassburg

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

**Bogumil Lange**

approb. Arzt

aus

**Köln a. Rh.**

STRASSBURG i. E.

Buchdruckerei C. Gœller, Magdalenengasse 20.

1891.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Goltz.**

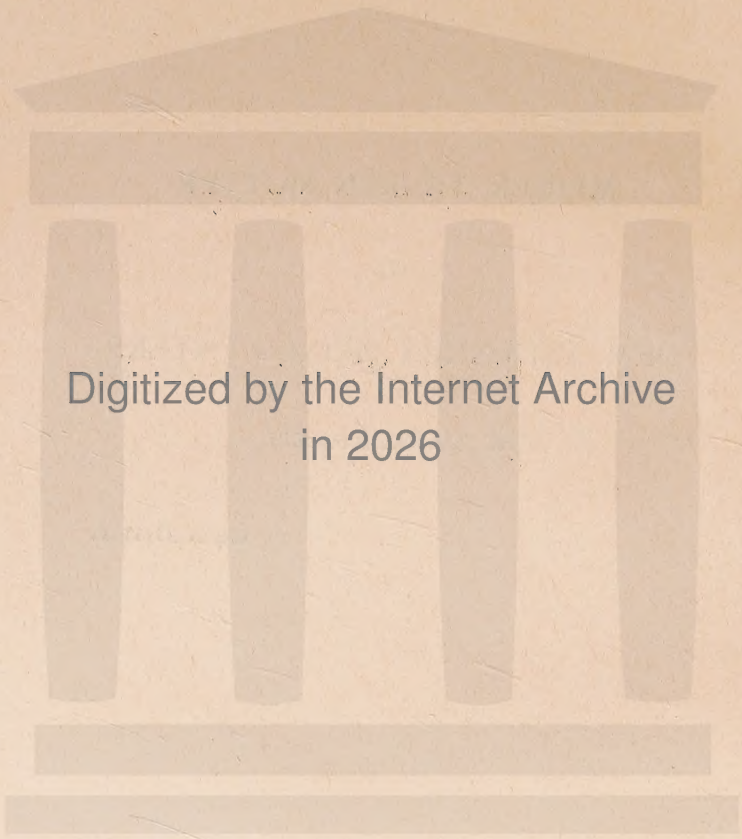
MEINER TEUREN MUTTER

UND

DEM ANDENKEN MEINES VATERS

IN DANKBARKEIT

GEWIDMET.


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542727_0073

Obgleich die Nervenphysiologie in den letzten Decennien ausserordentlich reiches Material gesammelt und die Beziehung des Nervensystems zu den verschiedensten vegetativen und animalen Vorgängen im Körper nachgewiesen hat, ist doch ein Gebiet bis jetzt noch sehr dunkel und wenig bearbeitet geblieben — es sind die Beziehungen des Nervensystems zu der Aufsaugung.

Fehlte es auch nicht an Forschern, welche einen Nerveneinfluss auf die Ernährung und, was mit ihr zusammenhängt, annahmen, so fehlt es doch bis auf die siebziger Jahre ganz und gar an experimentellen Untersuchungen über diesen Gegenstand.

Zum ersten Mal wird dies Thema von Goltz in einer Arbeit [1]) genauer præcisiert, welche ebenso interessante als wertvolle Aufchlüsse über die Beziehung zwischen Centralnervensystem und Aufsaugung bringt.

Wir wollen hier zunächst kurz auf den Grundversuch und die gefolgerten Schlüsse eingehen, während wir später Gelegenheit finden, Einzelheiten einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

---

[1]) F. Goltz, Ueber den Einfluss der Nervencentren auf die Aufsaugung. Pflüger's Archiv, Bd. V.

Goltz wählt zu diesem Versuche zwei gleich grosse kräftige Frösche und vergiftet beide mit einigen Tropfen Curarelösung. Nachdem die Vergiftung soweit vorgeschritten ist, dass die Gliedmassen weder freiwillig, noch auf Reize bewegt werden, und die Atmung aussetzt, zerstört er bei einem der beiden Frösche Gehirn und Rückenmark von einer kleinen Oeffnung im knöchernen Schädeldach aus. Beide Tiere bleiben einige Minuten liegen und darauf wird bei beiden das Herz freigelegt, indem das Brustbein entfernt und der Herzbeutel eröffnet werden. Dann werden beide an einem beliebigen Gestell neben einander aufgehängt. Unter die Füsse eines jeden wird ein Schälchen gesetzt und nun bei beiden die Aorta unmittelbar über ihrem Bulbus durchschnitten. Ein reicher Blutstrom quillt bei dem Tier hervor, welches noch Gehirn und Rückenmark besitzt. Das Blut füllt schnell die Brustwunde und träufelt längs der Beine hinabfliessend in das Schälchen. Dagegen treten bei dem Tier mit zerstörtem Kopfmark und Rückenmark nur wenige Tropfen aus der durchschnittenen Aorta. Nun werden durch einen kleinen Einschnitt in der Kopfhaut beiden Tieren je nach der Grösse 10—25 cbcm einer 1 % Kochsalzlösung in den Rückenlymphsack gefüllt. Beide Tiere hängen vollkommen regungslos, und nach einiger Zeit beobachtet Goltz, dass bei dem Tier, welches Hirn und Mark besitzt, unausgesetzt Tropfen nach Tropfen in die untergesetzte Schale fliesst. Auf diese Weise konnte er 5—9 cbcm auffangen; der hintere Lymphsack war indessen erheblich zusammengefallen.

Der Vergleichsfrosch ohne Hirn und Mark zeigte, obwohl ihm eine gleiche Quantität Salzlösung in den Lymphsack gefüllt war, ein ganz anderes Bild. Nicht ein Tropfen Flüssigkeit träufelt aus der Aortawunde.

Das für diesen Frosch bestimmte Schälchen bleibt leer, während sich das andere mit einer immer heller werdenden Flüssigkeit füllt. Zugleich bleibt der Lymphsack des zweiten Frosches gefüllt und deutlich vorgebuchtet.

Auf Grund vielfacher Modificationen dieses Versuches und eingehender Erörterungen der in Frage kommenden Ursachen dieser Erscheinung nimmt Goltz zur Erklärung an, dass das Epithel der Haargefässe und kleinsten Lymphgefässe eine ähnliche Rolle wie das Epithel der Drüsen spielt, d. h. unter Druck Flüssigkeit in das Gefässlumen absondert. Dann hätten wir uns den Vorgang etwa so vorzustellen: „Durch Hydrodiffusion tritt die Flüssigkeit in die Umgebung des Lymphsackes. Dort wird sie von dem Epithel der überall vorhandenen Haargefässe und Lymphbahnen begierig zur Absonderung verwertet. Diese Gefässchen füllen sich und treiben unter dem Absonderungsdruck ihren Inhalt in die stärkeren Gefässe, in welchen die Thätigkeit der glatten Muskeln das ihrige hinzuthut, um die Flüssigkeit weiterzubefördern. Der Gefässtonus würde hilfreich mitwirken zur Hinausförderung der Flüssigkeit aus der Aorta, aber das wesentliche würde die Thätigkeit des Gefässepithels vollbringen. Wie sich von selbst versteht müssten wir zweierlei Nerven von centrifugaler Wirkung in den Gefässen unterscheiden, nämlich neben den bekannten vasomotorischen Nervenfasern noch Epithelnervenfasern von ähnlicher Funktion wie die Drüsennerven.“

Bernstein wiederholte[1]) die Goltz'schen Versuche, fand dieselben Ergebnisse, aber giebt eine andere Erklärung für den Process, indem er folgende Modification des Versuches anstellte. Von zwei Fröschen, die

[1]) Bernstein, Ueber die Resorptionsversuche von Goltz Berl. med. Wochenschr. 1872, Nr. 28.

in gleicher Weise wie oben vorbereitet sind, wird dem einen das Rückenmark zerstört, beiden werden darauf die gesammten Baucheingeweide entfernt, sodass die Bauchgefässe klaffen, und jedem der Rückenlymphsack mit Kochsalzlösung gefüllt. Er sah nun, dass bei beiden Fröschen der injicierte Lymphsack sich fast gleich rasch entleerte und die Flüssigkeit von den Beinen der senkrecht aufgehängten Tiere in gleicher Quantität abtropfte.

Er schliesst daraus, dass die Aufnahme der Flüssigkeit aus dem Lymphsack in die Gefässbahn vom Nervensystem nicht beeinflusst wird, sondern, dass dieser Einfluss sich nur auf die Austreibung der Flüssigkeit vermöge der rhythmischen Gefässcontractionen erstrecke.

Solche Contractionen sind zweifellos beobachtet, und gehören hierher die Venenpulsationen in der Flughaut der Fledermäuse, rhythmische Contractionen der kleinen Arterien des Kaninchenohres, ebensolche an der Schwimmhaut und am Mesenterium des Frosches (von Riegel beobachtet), ferner Blutdruckschwankungen bei curarisierten Tieren, die nach Hering von gleicher Ursache abhängen.

Bernstein fand nun, dass an den Schwimmhautgefässen des Frosches die Contractionen, welche die Blutsäule langsam nach den Venen treiben, ausbleiben, wenn das Rückenmark zerstört ist. Diese Thatsache soll die Goltz'schen Versuche erklären, indem bei dem Frosch mit unversehrtem Rückenmark durch die Gefässcontractionen die resorbierte Flüssigkeit nach der Ausflussöffnung fortgeschoben und somit Platz für die aus dem Lymphsack nachrückende Flüssigkeit geschaffen werde. Wenn durch Zerstörung des Rückenmarkes diese Triebkraft aufgehoben sei, so staue sich im Gefässbett der Inhalt und der geringe Druck unter dem die Flüs-

sigkeit im Lymphsack stehe, reiche nicht aus das Hindernis zu überwinden.

Die Resorptionsversuche von Goltz wiederholte ferner E. Heubel[1]), welcher bestätigte, dass nach Zerstörung von Kopfmark und Rückenmark Aufnahme von Stoffen in's Blut und ihre Fortführung durch die Blutgefässe gänzlich aufhören. Heubel benutzte zu Injectionen auch Substanzen, die durch ihre physiologische Wirkung ausgezeichnet sind, wie Curare, Strychnin, Coniin, Veratrin. Er meint, es könne keinem Zweifel unterliegen, dass die Centralorgane nur insofern die Resorptionsprocesse beeinflussen könnten, als sie für die Thätigkeit und die Funktionen des Gefässsystems überhaupt und speciell für die Blutcirkulation von directer wesentlicher Bedeutung seien. Kopfmark und Rückenmark könnten ein jedes unabhängig vom andern die Resorptionsvorgänge nur deshalb unterhalten, weil an die Existenz und Funktionsfähigkeit eines jeden dieser Organe das Fortbestehen der Blutcirkulation gebunden sei. Zerstörung beider hebe diese Processe auf, weil mit derselben der Blutkreislauf zum Stillstand gebracht werde zufolge vollständiger Erschlaffung des Gefässtonus.

Ueber den eigentlichen Vorgang der Resorption, wie nämlich die Flüssigkeiten in die Gefässe gelangen, spricht sich Heubel, ebensowenig wie Bernstein, genauer aus.

Hermann tritt in einer Arbeit über den Einfluss des Nervensystems auf die Resorption[2]) diesem Punkte

---

[1]) E. Heubel, Ueber Beziehungen der Centralteile des Nervensystems zur Resorption. Ein Beitrag zur Physiologie des Gefässtonus. Virchow's Archiv, Bd. 56. 1872.

[2]) L. Hermann, Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Resorption. Archiv für Physiologie, XXXIV. 1884.

näher. Er führt bei zwei Fröschen, deren einem er den Plexus ischiadicus durchschnitten hat, eine leichte Strychninvergiftung aus, indem er mit dem Gift getränktes Papier auf gleich grosse Flächen der entsprechenden Oberschenkel der Frösche brachte, dasselbe aber sofort wegnahm und die Tiere abwusch, sobald sich die ersten Krämpfe zeigten. Bei dem unversehrten Frosch nun traten die Krämpfe stets $^1/_2$—1 Stunde früher ein, und am 2. Tage bereits war der Reflexkrampf meist geschwunden, bei dem verletzten dagegen erhielt er sich beträchtlich länger. Diese Erscheinungen traten auch bei Fröschen ein, die 2—3 Tage nach der Nervendurchschneidung in gedachter Weise behandelt worden waren.

Der spätere Eintritt der Erholung beim verletzten Tier ist nach Hermann nur dadurch zu erklären, dass dasselbe grössere Mengen des Giftes in seinen Körper aufgenommen hat, als das unverletzte. Hieraus sei zu entnehmen, dass durch die Nervendurchschneidung nur die Fortschaffung des Giftes aus seiner Resorptionsstätte in den allgemeinen Kreislauf gestört werde und es sei folgender Schluss zu ziehen.

Der erste Akt der Resorption, das Eindringen der Substanz in die Gewebe gehe unabhängig vom Nervensystem durch rein physicalische Verhältnisse vor sich, die Weiterbeförderung aber entweder durch den Kreislauf selbst, oder sei durch irgendwelche ausserhalb der Gefässe liegende Zwischenorgane vom Nervensystem in gewissem Grade abhängig.

Eine andere Versuchsmethode schlägt Archarow [1]) ein, der an normalen Tieren indigschwefelsaures Natron zu 0,2—0,3 cbcm durch Einstich in den cruralen Lymph-

[1]) J. Archarow, Ueber die Aufsaugung aus den subcutanen Lymphsäcken beim Frosche. Archiv für Anatomie und Physiologie 1887, physiologische Abt. S. 377.

sack einspritzt und Vertärbung der Zunge beobachtet. Er findet als befördernde Momente für die Resorption freie Beweglichkeit, hohe Temperatur, Beschleunigung des Herzschlages, während dieselbe durch Lähmung der Motilität, Abkühlung und Verlangsamung des Herzchlages verzögert wird. Durchschneidung des Plexus ischiadicus verlangsamt die Aufsaugung wegen des Ausbleibens der Bewegungen der Extremität: denn werde der periphere Stumpf des Nerven gereizt, so trete keine Verzögerung ein wegen ausgelöster Bewegungen, während Reizung bei curarisierten Tieren ganz erfolglos sei, d. h. es werde ebenso langsam resorbiert als ohne Reizung. Ebenso soll es sich mit Rückenmarksreizung eines curarisierten Tieres verhalten. Selbst nach Zerstörung des Rückenmarkes mittelst Sonde findet noch Aufsaugung, wenn auch bedeutend verzögert, statt.

Nach Archarow tritt diese Verzögerung ein:

1) wegen Schwächung der Herzaction und
2) wegen Unterbleibens der Bewegungen.

Sämmtliche die Aufsaugung beeinflussenden Momente liessen sich auch unter der Voraussetzung erklären, dass der Process nach den Gesetzen der Diffusion vor sich gehe. Wenn ein Frosch, dem der Bulbus aortæ unterbunden wurde, auch noch Resorption, also Blaufärbung der Zunge zeige, wenn auch erst nach 3—6 Stunden, so erkläre sich das daraus, dass das Blut sich infolge der rhythmischen Contraktionen der Gefässe und der Bewegungen des Tieres in keinem vollständigen Ruhezustande befinde.

Als ich zuerst den von Goltz mitgeteilten Versuch anstellen wollte, gelang derselbe, obgleich alle Anordnungen genau nach Angabe getroffen wurden, nicht. Wenn auch bei dem Tiere mit Gehirn und Rückenmark mehr Blut nach Durchschneidung der Aorta abtropfte

als bei dem mit vernichtetem Centralnervensystem, so kam doch keine augenscheinliche Aufsaugung zu Stande; die Flüssigkeit im hinteren Lymphsack hatte wohl an Menge etwas abgenommen, war aber nicht an der Aortenwunde zum Vorschein gekommen.

Darauf leitete ich den Versuch an nicht curarisierten Tieren ein, deren Hinterbeine, um allzustarke Bewegungen zu verhindern, natürlich nach unten auf dem Tisch befestigt werden mussten, während sie an einem Stativ mittelst eines durch die Kiefer gezogenen Fadens aufgehängt waren. Obgleich nun die Frösche willkürliche Muskelkontractionen ausführen konnten, war der Erfolg kein besserer als im vorerwähnten Fall; nur wenige Tropfen konnten in dem untergesetzten Schälchen des Tieres mit unversehrtem Centralnervensystem aufgefangen werden.

Ich traf nun eine weitere Abänderung der Anordnung in der Absicht, die Resorption durch Anwendung von Druck einzuleiten und zu befördern. Zu dem Zweck wurde zwei curarisierten Fröschen das Herz freigelegt und in die Rückenhaut dicht über dem After ein kleiner Einschnitt gemacht, um von hier aus die Füllung des Rückenlymphsackes vorzunehmen. Zwei kleine Glaskanülen wurden durch Gummischläuche mit je einem Trichter verbunden, die auf einem verstellbaren Halter in beliebige Höhe gebracht werden konnten, und an jedem Schlauch war noch ein Quetschhahn angelegt, welcher nach Füllung der Trichter mit 0,6 % Kochsalzlösung gestattete, die Kanüle ohne Eintreiben von Luft einzuführen und Flüssigkeit nach Belieben eintreten zu lassen. Die Haut in der Aftergegend ist so weit und faltig, dass man bequem die eingeführte Kanüle einbinden kann.

Bei dem Vergleichsfrosch mussten Gehirn und

Rückenmark vom Munde aus zerstört werden, um die Kopf- und Rückenhaut unversehrt zu erhalten.

Die Tiere wurden nun aufgehängt, die Aorta durchschnitten und die Quetschhähne zur Füllung der hinteren Lymphsäcke geöffnet. Die senkrechte Entfernung des Wasserspiegels im Trichter von der Aortawunde betrug 25 cm. Der Rückenlymphsack, sowie Seiten- und Beinlymphsäcke füllten sich und die Tiere sahen stark aufgetrieben aus. Nach einiger Zeit floss bei dem Tier mit erhaltenem Gehirn und Rückenmark Blut ab, welches nach und nach heller wurde, bis schliesslich klare Flüssigkeit in das untergesetzte Schälchen tropfte. Dagegen traten bei dem Frosch mit zerstörtem Centralnervensystem nur einige Tropfen Blut aus der Wunde und gleich darauf lief klare Flüssigkeit in schnellem Abtropfen von den Schenkeln des Tieres herab.

Bei ersterem Frosch scheint die Flüssigkeit ihren Weg innerhalb der Blutgefässe genommen zu haben, indem sämmtliche Organe blutarm erschienen, während bei letzterem alle Organe blutreich aussahen, und die Flüssigkeit sich wohl einen Nebenweg ausserhalb des Lumens der Gefässe gebahnt hatte.

In weiteren Versuchen setzte ich den Druck bis auf 1 cm herab und beobachtete, dass der Frosch mit erhaltenem Gehirn und Rückenmark Blut und später klare Flüssigkeit abtropfen liess, während der mit zerstörtem Centralnervensystem nur einen Tropfen Blut von der Wunde fallen liess. Nach kurzer Zeit aber hörte die Erscheinung bereits auf, und es kam keinmal zu einer so ansehnlichen Resorption wie bei den Goltz'schen Versuchen.

Es stellte sich später heraus, dass das Misslingen der Versuche mit der Jahreszeit zusammenhing, indem die im April und Mai benutzten Frösche äusserst träge

Resorption zeigten gegenüber den später benutzten Sommerfröschen.

Da diese Anordnung des Versuches ihren Zweck, die Resorption in Gang zu bringen, nicht erfüllte, verfuhr ich folgendermassen. Zwei curarisierten Fröschen, deren einem das Centralnervensystem durch eine Oeffnung im Schädeldach mittelst Sonde zerstört war, wurde das Herz freigelegt und jedem ein Aderlass gemacht durch circuläre Durchschneidung eines Oberschenkels bis auf den Knochen. Als kein Blut mehr abtropfte, wurde bei beiden oberhalb der Schnittstelle eine Ligatur fest angelegt, beide Frösche wurden aufgehängt und erhielten eine Füllung des Rückenlymphsackes mit 0,6 % Kochsalzlösung. Bei dem Tier, welches noch Centralnervensystem besass, füllte sich das nach dem Blutverlust leer schlagende Herz bald wieder und der Blutkreislauf stellte sich wieder her.

Dagegen blieb das Herz des andern Frosches trotz seiner fortgesetzten Pulsationen leer und es kam kein Kreislauf zu Stande, indem bei diesem Tiere der Gefässtonus zugleich mit Kopfmark und Rückenmark vernichtet worden war.

Nach kurzer Zeit nun pulsierte das Herz des ersteren Frosches wieder mit anscheinend normaler Füllung, sodass ich nun einen zweiten Aderlass am anderen Oberschenkel folgen liess. Es floss reichlich Blut ab, sodass das Herz matter und matter und schliesslich ganz blutleer schlug, — während bei dem hirn- und marklosen Tier kaum einige Tropfen an der frischen Schnittfläche vorquollen. An jedem Schenkelstumpf wurde nun wie oben eine Ligatur umgelegt und die Herzthätigkeit beobachtet. Es dauerte wenige Minuten, so füllte sich das Herz des Frosches mit erhaltenem Centralnerven-

system wieder mit Blut, und der Kreislauf kam wie vorher in Gang, und während das Herz zunächst wenig ergiebig arbeitete, zeigte es nach etwa 10 Min. fast gleich starke Excursionen wie vor dem ersten Blutverlust. Diese starke Füllung des Gefässsystems nach 2 energischen Blutverlusten konnte sich nur durch Nachrücken von Flüssigkeit aus dem hinteren Lymphsack in die Gefässe erklären, und in der That zeigte sich hier ein deutlicher Verlust an Kochsalzlösung.

Da bei dieser Anordnung des Versuches mit jedem Aderlass ein beträchtliches Gebiet des Kreislaufes ausgeschaltet wurde und die Zahl der beizubringenden Blutverluste eine sehr beschränkte war, wandte ich eine Modification an, durch die der gesammte Umfang des Gefässsystems erhalten blieb und zugleich eine beliebige Anzahl von Aderlässen vorgenommen werden konnte.

Die Anordnung dieses Resorptionsversuches war folgende:

Zwei curarisierten Fröschen, bei denen die Vergiftung soweit vorgeschritten war, dass die willkürlichen Bewegungen aufgehört hatten und die Atmung aussetzte, legte ich das Herz frei, unterband den linken Aortastamm möglichst weit distal und durchschnitt nun denselben proximal von der Ligatur, um solange Blut abfliessen zu lassen, bis das Herz ganz blutleer schlug. Jetzt zerstörte ich bei dem einen Tier das Centralnervensystem vom Schädeldach aus, hing dann beide je an einem durch die Nase gezogenen Faden an einem Stativ senkrecht auf, verschloss bei beiden den freien Stumpf des linken Aortastammes mit einer kleinen Klemmpincette, welche, um keine Zerrung zu verursachen, an dem Stativ aufgehängt wurde, und füllte jedem Frosch den Rückenlymphsack mit 0.6 % Kochsalzlösung.

Nach kurzer Zeit stellte sich bei dem Tier, welches

das Centralnervensystem noch unversehrt besass, der Kreislauf wieder her, während bei dem hirn- und marklosen das Herz zwar fortschlug, aber ohne sich zu füllen, sodass kein Kreislauf zu Stande kam.

Die an der Aorta angelegte Klemme diente als Hahn für das Gefässsystem durch dessen Oeffnen ich jedesmal soviel Flüssigkeit austreten lassen konnte bis das Herz blutleer schlug. Nun beobachtete ich, dass nach Anlegen der Klemmpincette der Kreislauf in kurzer Zeit sich wieder herrstellte, und das Herz sich nicht nur in normaler Weise füllte, sondern dass die Ausdehnung bei der Diastole stärker als bei normalem ungestörtem Kreislauf war. Hiermit stimmte auch die aussergewöhnlich starke Füllung des ganzen Gefässsystems.

Ich wiederholte die Aderlässe 7—10 mal und jedesmal stellte sich der Kreislauf wieder her. Die Flüssigkeit, die aus der Aortawurzel abfloss, wurde zusehens heller. Während das Schälchen, in dem die erste Blutprobe aufgefangen wurde, reines Blut enthielt, stellten die weiteren Proben eine immer mehr mit Kochsalzlösung verdünnte blassrosa Flüssigkeit dar.

Die Frage, woher nach jedem Aderlass die das Gefässsystem wieder prallfüllende Flüssigkeit stamme, lässt uns sofort den zu Anfang des Versuches gefüllten Rückenlymphsack untersuchen, und in der That fehlt hier ein ganz beträchtliches Quantum Kochsalzlösung. Waren z. B. vor dem Versuch 14 cbcm 0,6 % Kochsalzlösung eingefüllt, so fanden sich nach dem VI. Aderlass, nach 4 $^1/_2$ Stunden, nur noch 3 cbcm in demselben vor. Es waren also 11 cbcm durch Resorption in das Gefässsystem übergetreten.

Der Versuch, in angegebener Weise ausgeführt, gelingt mit solcher Sicherheit, dass er sich zur Demon-

stration der Resorption der hypodermatischen Infusion nach Blutverlusten eignet.

Nimmt man kräftige Sommerfrösche und setzt die periodische Entleerung des Gefässsystems mittelst Oeffnens und Schliessens der Klemmpincette genügend lange fort, so gelingt es, ein solches Tier sich selbst zum *Kochsalzfrosch* machen zu lassen, indem es schliesslich das ganze Gefässsystem fast mit reiner Kochsalzlösung erfüllt hat, worin verhältnismässig nur noch wenige rote Blutkörperchen enthalten sind.

Ein Tier, welches zum Vergleich ganz in derselben oben angegebenen Weise behandelt wurde, nachdem ihm vorher das Centralnervensystem vom Schädeldach aus mittelst Sonde zerstört war, zeigte keine Wiederherstellung des Kreislaufes oder Abnahme der Flüssigkeit aus dem Rückenlymphsack.

Wurde das Rückenmark erhalten und nur Gehirn und Kopfmark vom Munde aus zerstört und der Frosch im übrigen in der vorher angegebenen Weise behandelt, so stellte sich ebenfalls nach verschiedenen Aderlässen jedesmal der Kreislauf wieder her.

Bei erhaltenem Centralnervensystem war das Volumen des Herzens während der Diastole mitunter 3—4 mal so gross, wie bei gleich kräftigem normalem Frosch und wurde also 3—4 mal soviel Blut in die Aorta geworfen. Zu diesem Vergleich wurde zwei gleichgrossen Tieren das Herz freigelegt und derjenige mit kräftiger pulsierendem Herz intact gelassen, während der andere zum Versuch benutzt wurde und einige Zeit nach dem 2. Aderlass eine 3—4 mal kräftigere Füllung des Herzens zeigte, als der unversehrte Frosch.

In ferneren Versuchen wurde der hintere Lymphsack mit verschiedenen Lösungen gefüllt, z. B. mit Kaliumeisencyanür, welches in den dem Herzen entnommenen

Proben mit Eisenchlorid durch die bekannte Berlinerblau-Reaction nachgewiesen werden kann; ausserdem wurden eine Lösung von Berlinerblau und eine Mischung von defibriniertem Kalbsblut und 0,6 % Kochsalzlösung angewandt. In den Blutproben konnten die Farbenpartikelchen und die Kalbsblutkörperchen nachgewiesen werden. Dass also die zur Füllung des jedesmal entleerten Gefässsystems benutzte Flüssigkeit aus dem Rückenlymphsack stammte, kann keinem Zweifel unterliegen.

Die Beobachtung, dass nach einem Aderlass das Gefässsystem und zumal das Herz sich stärker als normal füllten infolge der Resorption der in den Rückenlymphsack gefüllten Flüssigkeit, veranlasste mich dazu, den Druck zu messen, unter welchem die Flüssigkeit in dem Venensinus steht nach Abtragung des Herzens. Zu dem Zweck stellte ich mir geeignete in feines Ende ausgezogene Glasmanometer her und befestigte an diesen den Vorhof durch eine Ligatur so, dass keine Zerrung der Gefässe eintrat. Ich wartete nun das constante Einstellen der Quecksilberkuppe, welche die Pulsationen des Venensinus zeigte, ab, brachte dem Tier einen Blutverlust bei, indem ich einen Schenkel circulär durchschnitt und nach dem Abfliessen des Blutes den Stumpf durch eine Ligatur abband. Die Quecksilberkuppe sank unmittelbar nach der Amputation um 4 mm. Darauf füllte ich 0,6 % Kochsalzlösung in den Rückenlymphsack und nach einiger Zeit stieg die Kuppe, um nach 20 Min. 11 mm höher zu stehen, als vor dem Blutverlust. In anderen Versuchen war ein Steigen des Manometers um 5—7 mm zu constatieren, entsprechend der resorbierten Flüssigkeit, d. h. der Differenz zwischen der zu Anfang des Versuches eingefüllten und zum Schluss noch vorgefundenen Flüssigkeitsmenge.

Wurde nun dem Tiere durch circuläre Umschneidung des andern Schenkels ein neuer Blutverlust beigebracht, so sank die Quecksilberkuppe um 2—4 mm. Nun wurde der Stumpf abgebunden und nach einiger Zeit, 10—20 Min., stieg das Quecksilber wieder auf dieselbe Höhe, wo es vor dem 2. Aderlass stand. Wurde noch eine 3. und 4. Verletzung mit Blutabfluss gesetzt, so zeigte sich dieselbe Erscheinung.

Nach Einfüllung von Flüssigkeit in den Rückenlymphsack stellte sich also unter Einwirkung der Resorption stets ein höherer Druck im Venensystem ein als vor Blutverlusten bei leerem Lymphsack bestand.

Kehren wir nun zur Besprechung des von uns angegebenen Resorptionsversuches zurück. Man kann bereits bei der äusseren Betrachtung der zum Vergleich hergerichteten Frösche einen deutlichen Unterschied zwischen dem Tier mit erhaltenem und dem mit zerstörtem Centralnervensystem wahrnehmen. Bei ersterem erscheint die Haut stark runzelig, infolge von Krampf der Hautmuskeln, und glänzend von reichlichem zähflüssigem Secret, die Farbe der Haut bleibt lebhaft und frisch. Bei dem Tier mit vernichtetem Hirn und Rückenmark sieht die Haut glatt, missfarbig, trocken aus und fühlt sich pergamentartig steif an. Dies Verhalten macht es wahrscheinlich, dass die Thätigkeit der Hautmuskeln und die Absonderung der Hautdrüsen vom Centralnervensystem abhängt. Diese Beobachtung machte Goltz auch bei den Tieren, deren Kreislauf er infolge Aortadurchschneidung oder Abtragung des Herzens vernichtet hatte, und ist also die Absonderung der Hautdrüsen von dem Bestehen des Kreislaufes in gewissem Grade unabhängig. Beim Verschwinden der Flüssigkeit aus dem Rückenlymphsack ist die Haut-

absonderung von ganz untergeordneter Bedeutung, da das Secret so dickflüssig und klebrig ist, dass es nur sehr langsam verdunsten kann.

Man könnte daran denken, dass die Contractionen der Hautmuskeln vielleicht durch ihre Wirkung die Flüssigkeit in die Gefässe pressten und sie somit eine Rolle bei der Resorption spielten. Würde aber die Haut wirklich einen starken Druck auf die Füllung des Rückenlymphsackes ausüben, so würde dieselbe gewiss leichter an der im Nacken gemachten Einfüllöffnung herausbefördert als auf dem Wege der Gefässbahn.

Vergleicht man nach Abschluss des Versuches die inneren Organe beider Tiere, so findet man, dass bei dem Tier mit erhaltenem Centralnervensystem infolge wiederholter Aderlässe und fortwährenden Nachrückens von Kochsalzlösung sämmtliche Gefässe mit einer klaren an roten Blutkörperchen armen Flüssigkeit erfüllt sind und dementsprechend auch alle inneren Organe, zumal die Leber, Milz, Nieren, Darm, blass und blutarm erscheinen.

Die Leber des Tieres ohne Gehirn und Rückenmark dagegen ist rotbraun gefärbt und zwar am intensivsten ihr unterer Rand. Die anderen Bauchorgane sehen blutreich aus und die grossen Venen der Bauchhöhle, kurz die abhängigen Partieen sind mit dunklem Blut erfüllt. Die besonders starke Erweiterung der Gefässe der Leber und der Organe des Unterleibs nach Zerstörung des Centralnervensystems lassen eine gewisse Analogie erkennen zu der Durchlässigkeit der Gefässe dieser Regionen in den Cohnheim'schen Versuchen über Plethora [1]). Bei echter Plethora zeigten nämlich

[1]) J. Cohnheim, Vorlesungen über allgemeine Pathologie, 1877.

diesselben Organe Ecchymosen, die bei hydræmischer Plethora ödematös wurden und diese sind solche, deren physiologische Funktion in der Absonderung wässeriger Secrete besteht, während Extremitäten, Haut, Unterhaut, Nervensystem sich weniger verändert zeigten.

Wenn wir uns nun fragen, weshalb bei dem Tier mit zerstörtem Centralnervensystem nach einem Aderlass, den der Vergleichsfrosch so gut übersteht, oder selbst bei ganz unversehrtem Gefässsystem trotz des rhythmisch sich contrahierenden Herzens kein Kreislauf zu Stande kommt, so finden wir die erschöpfende Antwort in einem Aufsatze von Goltz über den Tonus der Gefässe und seine Bedeutung für die Blutbewegung [1]). „Die Blutbewegung im grossen und ganzen hängt ab von zwei vitalen Factoren: 1) vom Herzen, 2) vom Tonus der Gefässe. Die rhythmische Zusammenziehung des Herzens ist das die Bewegung erzeugende Element des Kreislaufes, der Tonus der Gefässe ist das die Bewegung ermöglichende Element."

Wird also durch Zerstörung von Kopfmark und Rückenmark der von diesen abhängige Tonus der Gefässe vernichtet, so pumpt das Herz blutleer, und der Kreislauf ist aufgehoben. Bei dem Vergleichsfrosch mit unversehrtem Centralnervensystem passen sich infolge des Tonus die Gefässe ihrem Inhalt nach dem stattgehabten Aderlass an und so wird die noch im Gefässsystem vorhandene Blutmenge dem Herzen zugeführt, welches seinerseits wieder die arteriellen Gefässe speist. Das Herz wird allerdings seine frühere Lebhaftigkeit erst dann wiedererlangen, wenn die Gefässe sich soweit

[1]) F. Goltz, Ueber den Tonus der Gefässe und seine Bedeutung für die Blutbewegung. Virchow's Archiv, Bd. 29.

zusammengezogen haben, dass sie auf ihren flüssigen Inhalt den ehemaligen Druck auszuüben vermögen. Nach mehrfachen Blutverlusten wird das gesammte Gefässsystem nun mehr und mehr Inhalt verlieren und die Excursionen des Herzens würden dem geringen Füllungsgrad entsprechend schliesslich ganz gering werden. In der angegebenen Anordnung des Versuches wird nun nach jedem Blutverlust aus der eröffneten Aorta die verlorengegangene Flüssigkeitsmenge infolge von Resorption aus dem Rückenlymphsack durch Kochsalzlösung ersetzt. Wir sehen daher das Herz, welches, nachdem sich der Kreislauf kurz nach dem Aderlass wieder hergestellt hat, in geringerem Füllungszustand als normal pulsiert, nach 15 Minuten sich bei jeder Diastole mächtig füllen, sodass seine Excursionen sogar stärker als vor dem Versuch erscheinen.

Bei dem Vergleichstier wurde durch Zerstörung des Centralnervensystems der Tonus der Gefässe vernichtet und der Kreislauf aufgehoben und es wäre daher nicht zu verwundern, wenn eine Füllung des Gefässsystems und des Herzens später zu Stande käme, da die erschlafften Gefässe erst gefüllt werden müssten. Obgleich aber hier ebenso wie dort die Füllung des Lymphsackes vorgenommen wurde, woher die zur Herstellung der Gefässspannung nötige Flüssigkeit bezogen werden könnte, so kommt es dennoch nicht dazu und Resorption wird, wie die bleibende Lymphsackfüllung anzeigt, vermisst.

Ehe wir auf das Wesen der Resorption näher eingehen, wollen wir noch einige Punkte aus den angestellten Versuchen besprechen.

Zunächst werden durch die Curarevergiftung die willkürlichen und unwillkürlichen Muskelbewegungen

ausgeschlossen, welche den Vorgang der Resorption begünstigen können; die zu den Versuchen hergerichteten Tiere reagierten nicht mehr auf sensible Reize, und die Atmung setzte aus. Dass die activen und passiven Bewegungen die Aufsaugung befördern, ist bekannt und Archarow schreibt ihnen sogar eine so bedeutende Rolle zu, dass er sie neben der Herzthätigkeit für die Hauptursache derselben ansieht. Er behauptet sogar, dass das Nervensystem nur insofern einen Einfluss auf die Resorption habe, als es auf die Muskelbewegungen wirke. Dies Moment ist in unseren Versuchen nicht im Spiel, und wie bei den Goltz'schen Versuchen sind in dieser Beziehung die Bedingungen für beide Vergleichstiere ähnlich gestaltet.

Eine andere Wirkung des Curare kommt noch in Betracht, die ebenfalls gleiche Verhältnisse für beide Tiere schafft. Es ist die Lähmung der Lymphherzen, die nach Cl. Bernard[1]), Boll und Langendorff[2]) eine vollständige ist, während Kaschel[3]) nur von einer herabgesetzten Thätigkeit derselben bei curarisierten Tieren spricht. Dass aber eine (minimale) Mitwirkung der Lymphherzen, wenn sie überhaupt noch vorhanden ist, ganz unberücksichtigt gelassen werden kann, geht aus einem Versuch Archarow's hervor, welcher bei Excision eines ringförmigen Hautlappens aus dem Oberschenkel und Füllung des cruralen Lymphsackes eine gleichschnelle Resorption beobachtete wie bei intacter Haut.

Ferner kann der Einwurf, dass durch Zerstörung

[1]) Claud Bernard, Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses, 1857. S. 310.

[2]) Boll und Langendorff, Archiv f. Anatomie u. Physiologie, 1883. S. 329.

[3]) Kaschel, Wiener mediz. Jahrbücher, 1886. VII. 393.

des Centralnervensystems mittelst Sonde sehr zahlreiche Gefässverbindungen zerrissen würden, welche für die Aufsaugung von Flüssigkeiten aus dem Rückenlymphsack und deren Beförderung in die Körpervenen und den Kreislauf von Nutzen sein könnten, zurückgewiesen werden. Denn bei einem Tiere, dessen Centralnervensystem durch eine grössere Dosis Curare lebensunfähig gemacht wurde, konnte Goltz bei seinen Versuchen in gleicher Weise den Verlust des Tonus der Gefässe und das Ausbleiben der Resorption zeigen.

Zur Füllung des Lymphsackes benutzte ich ausser 0,6 % Kochsalzlösung, eine Lösung von Kaliumeisencyanür, chinesische Tusche und Berlinerblau, ferner defibriniertes Kalbsblut unvermischt und in Verdünnung mit Kochsalzlösung zu 10 % und verdünnte Kuhmilch. Bei allen diesen Substanzen liess sich ihr Uebergang in die Gefässbahn nachweisen, sei es chemisch, sei es mikroskopisch. Zugleich aber zeigte sich, wie auch Goltz schon mitteilte, dass die Resorption von Substanzen mit corpusculären Elementen eine sehr viel unvollständigere war, als die leicht diffundierbarer Lösungen. Archarow wandte indigschwefelsaures Natron an und fand eine sehr leichte Resorbierbarkeit desselben.

Gifte wurden zu derartigen Versuchen zuerst von Goltz angewandt [1]) und zwar Strychnin, welches in die Wade eines Frosches injiciert wurde und sogar, nachdem auf derselben Seite die Wurzeln des Nervus ischiadicus im Becken durchschnitten waren und der Blutkreislauf nach Unterbindung des Herzens sistierte, noch resorbiert wurde und Strychninkrampf erzeugte.

Heubel benutzte ausser Kochsalzlösung Curare,

[1]) F. Goltz, Ueber Aufsaugung und Fortführung von Giften nach Unterbrechung des Blutkreislaufes. Vorläufige Mitteilung. Pflüger's Archiv, Bd. IV., 1871.

Strychnin, Coniin, Veratrin, Nicotin und Digitalin und vermisste nach Zerstörung von Kopf- und Rückenmark die Wirkungen dieser in den einen Schenkel eingespritzten Lösungen, während bei erhaltenem Centralnervensystem Resorption eintrat, und sich die entsprechenden Vergiftungserscheinungen zeigten.

Wenden wir uns nun wieder der weiteren Besprechung des von uns angegebenen Resorptionsversuches zu, so spricht das verschiedene Verhalten der beiden Vergleichstiere augenscheinlich für einen Einfluss des Centralnervensystems auf den Aufsaugungsprocess. Ein rein physicalischer Vorgang würde sich aus einer Verschiedenheit der im Lymphsack enthaltenen Flüssigkeit, den in den Geweben vorhandenen Parenchymsäften und der differenten Blutbeschaffenheit in den Gefässen, sowie der Mitwirkung verschiedener Trennungsmembranen erklären lassen. Dann müsste man aber erwarten dürfen, dass die sich unter solchen Bedingungen geltend machenden Kräfte auch nach Aufhebung der Nerventhätigkeit deutlich bemerkbar machten. Wenn aber nach Vernichtung von Hirn und Rückenmark nur noch eine ganz minimale und sehr kurz nachwirkende Resorption zu beobachten ist, so müssen die beiden Factoren in einer näheren Beziehung zu einander stehen.

Die Wirkung, welche vom gesammten Centralnervensystem ausgeht, dauert fort, wenn entweder das Kopfmark erhalten, dagegen das Rückenmark zerstört wird oder umgekehrt, wenn das Rückenmark erhalten hingegen das Kopfmark zerstört wird (Goltz, Heubel).

Hängt die Resorption direkt von diesen Centralorganen ab, so konnte man erwarten, dass Reizung derselben einen Einfluss auf den Process zeigen würde. Goltz hat nun thatsächlich bei indirekter Reizung

mittelst des electrischen Stromes eine Beschleunigung der Aufsaugung constatiert und zugleich die interessante Beobachtung gemacht, dass die Gesammtleistung nach Reizung ebenso gross war, wie ohne dieselbe.

Archarow leugnet einen derartigen Einfluss der Nervenreizung, indem er zugleich behauptet, dass eine Beschleunigung der Resorption, wenn sie nach Reizung eines Nerven z. B. des N. ischiadicus stattfinde, nur dem Einfluss desselben auf die Muskelbewegungen zuzuschreiben sei; werde nämlich der periphere Stumpf des Nerven bei einem curarisierten Frosch gereizt, so erfolge die Aufsaugung nicht schneller als ohne Reizung.

Lautenbach [1]) giebt einen Versuch an, der ebenfalls für einen Einfluss des Nervensystems spricht. Wird ein Froschschenkel unter Schonung des Nerven bis zur Sistierung des Kreislaufes fest umschnürt und unter Wasser getaucht, so schwillt er sehr stark an, während tote Schenkel nicht schwellen. Hieraus folgt, dass die Resorption unabhängig von dem Bestehen der Cirkulation erfolgt. Durchschneidung des N. ischiadicus oder Zermalmung des Rückenmarkes hebt die Resorption auf — jedoch nicht blosse Querschnitte oder Abtrennung des Gehirns. In dem oben erwähnten Hermann'schen Experiment zeigt sich auch deutlich eine Abhängigkeit der Resorption vom Nerveneinfluss. Archarow beobachtet auch einen solchen, bezieht ihn aber in erster Linie auf die Herzthätigkeit und Muskelbewegungen, secundär erst auf die Aufsaugung.

Dass ein Zusammenhang zwischen Nervensystem und der Resorption besteht, lässt sich ferner aus klinischen Beobachtungen schliessen.

F. Hoffmann hat schon mitgeteilt, dass Oedem

[1]) L. Landois, Physiologie des Menschen. Versuch von Lautenbach, S. 386. 1887.

der unteren Extremitäten nach einer Paraplegie auftreten kann. In den bisher beobachteten Fällen von Hydrops, welcher nach Læsionen des centralen Nervensystems zu Stande kam (Laycock, Pellegrino, Chauppe, Bourdon, Liouville, Charcot, Barety, Olivier, Renault u. A.) waren regelmässig noch andere Leiden (Herzfehler, Albuminurie, Syphilis, Amyloid) als nächstliegende Ursache für den Hydrops zugegen, und die auffällige Erscheinung bestand darin, dass, als die Hemiplegie hinzutrat, nun das Anasarka nur in den paralytischen Extremitäten stationär wurde[1]).

Strümpell sagt über das acute angioneurotische Oedem (Quincke, Strübing), dass die ödematösen Anschwellungen nicht sowohl auf einem Durchlässigwerden der Arterienwandung beruhen, als auf einer momentan ungenügenden Resorption infolge einer Nervenaffection.

Ausserdem scheint für eine Beteiligung des Nervensystems bei der Aufsaugung zu sprechen, dass man auf reflectorischem Wege dieselbe beeinflussen kann. Wird nämlich durch Ausführung des Goltz'schen Klopfversuches der Gefässtonus reflectorisch gehemmt, so bemerkt man nach Wiederherstellung des normalen Kreislaufes eine deutliche Verzögerung des Resorptionsprocesses. Diese ist bei gleichstarken und gleichzahlreichen Pulsationen des Herzens nicht wohl anders zu erklären, als durch eine infolge der Shockwirkung verursachten Schädigung irgendwelcher bei der Aufsaugung beteiligten Elemente.

[1]) F. von Recklinghausen, Handbuch der allgemeinen Pathologie des Kreislaufes und der Ernährung. S. 105.

Während des Lebens hat der arterielle Blutstrom jedenfalls einen bedeutenden Einfluss auf die Lymphströmung (Ludwig), was besonders deutlich wird, wenn man sich nach von Recklinghausen's Vorgang[1]) das Lymphgefässsystem als eine Abzweigung des Blutgefässsystems vorstellt. Der arterielle Druck wirkt durch die Capillaren hindurch fördernd auf die Strömung in den kleinen Venen und Lymphgefässen und es könnte den Anschein haben, als ob der ganze Saftstrom in den Parenchymen nur ein Durchpressen der Flüssigkeiten durch die Zellen in die zum Herzen wieder hinleitenden Gefässe sei. Es scheint aber dieser Modus nicht ausschliesslich obzuwalten und wie wir im Folgenden sehen werden, können wir wohl kaum die aktive Beteiligung von Zellen bei dem Resorptionsprocess entbehren. Einen jedenfalls zu grossen Einfluss auf diesen schreibt Acharow der Herzthätigkeit zu, er lässt von ihr und den Muskelbewegungen des Tieres allein die Resorption abhängig sein. In der von mir angegebenen Anordnung des Resorptionsversuches sind die Bewegungen durch Curare bei dem Tier mit erhaltenem Centralnervensystem ausgeschlossen, und dieser Einfluss fällt bei diesem Tiere in gleicher Weise fort wie bei dem Vergleichsfrosch. Das Herz ist bei diesen Tieren erhalten und pulsiert auch nach Zerstörung von Hirn und Mark weiter; eine geringe Abschwächung der Pulsationen mag wohl bestehen, dieselbe erscheint jedenfalls dadurch grösser, als sie ist, dass die Füllung des Ventrikels bei der Diastole ausbleibt, und der Unterschied dieser Phase gegen die Systole nicht so evident wie gewöhnlich zur Beobachtung kommt.

Weshalb die Füllung des Herzens nach Zerstörung

[1]) von Recklinghausen, Das Lymphgefässsystem. Gewebelehre von Stricker, 1871.

der Centralteile des Nervensystems ausbleibt, besprachen wir schon früher, und wir heben hier nur hervor, dass trotz der Pulsationen des Herzens keine Aufsaugung von Flüssigkeit aus dem Lymphsack und Ueberführung in die Gefässbahn statthat. Käme eine solche zu Stande, so dürften wir erwarten, dass schliesslich eine Füllung der Gefässe und des Herzens einträte, der Kreislauf wieder hergestellt würde. Oder, wenn wir annehmen, dass infolge des Verlustes des Tonus die Gefässe für die eindringende Flüssigkeit durchlässig werden, so müssten wir die Flüssigkeit aus dem Lymphsack verschwinden sehen und in der Bauchhöhle und der Umgebung der Gefässe in den Bauchorganen wiederfinden. Von einem derartigen Oedem und Ascites, wie andererseits von einer erheblichen Verminderung der Lymphsackfüllung ist nichts zu beobachten.

So förderlich und einflussreich der Blutkreislauf ohne allen Zweifel für die Lymphströmung ist, so ist er doch nicht unerlässlich notwendig für den eigentlichen Process der Aufsaugung, wie aus den Goltzschen Experimenten hervorgeht, in welchen den Versuchstieren die Aorta durchschnitten und selbst das Herz abgetragen werden konnte, ohne den Resorptionsvorgang zu vernichten. Hier konnte also von Kreislauf gar keine Rede mehr sein, und durch Curare waren die Bewegungen ausgeschlossen, sodass die beiden Haupttactoren, die Arcbarow zur Erklärung der Resorptionsvorgänge hinstellt, fehlten. Auf die für die Erklärung dieses Versuches herbeigezogenen rhythmischen Gefässcontractionen komme ich weiter unten zu sprechen.

Legt man einem curarisierten Frosch das Herz frei, hängt ihn an einem Faden auf, durchschneidet dann den einen Aortazweig und legt an den Stumpf

eine kleine Klemme an, so stellt sich nach einiger Zeit, wie wir oben sahen, der Kreislauf wieder her. Wir können nun die Blutentziehungen durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen der Aorta solange fortsetzen, bis selbst bei stärkster Tonuswirkung kein Kreislauf mehr eintritt — dann ist ein solcher Frosch nahezu blutlos gemacht. Füllen wir nun den hinteren Lymphsack mit Kochsalzlösung und warten einige Zeit, so können wir beobachten, dass das pulsierende Herz sich auf einmal wieder mit Flüssigkeit füllt und nach und nach der Kreislauf wieder zu Stande kommt.

In diesem Versuch kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Resorption der Flüssigkeit und ihre Beförderung in die Gefässe unabhängig vom Kreislauf vor sich ging — ja sie war vielmehr die Ursache, durch die dem Herzen wieder die nöthige Flüssigkeit zugeführt und der Kreislauf ermöglicht wurde.

Dass der Kreislauf zur Resorption und Verbreitung resorbierter Substanzen im Körper nicht erforderlich ist, zeigen die Versuche von Goltz, die er mit Strychnin an curarisierten Tieren, denen das Herz unterbunden war, anstellte.

Ferner hat Hermann [1]) nach Abschluss der Circulation durch Muscarin, welches das Herz und die Lymphherzen beim Frosch lähmt, die Aufsaugung subcutan eingespritzten Atropins beobachtet.

Archarow sah auch nach Abbinden des Herzens Blaufärbung der Zunge, wenn er indigschwefelsaures Natron in einen Lymphsack gebracht hatte.

Der Umstand, dass Kopfmark und Rückenmark getrennt von einander jedes für sich die Resorptionsvor-

[1]) Hermann, Handbuch der Physiologie, Bd. V.

gänge unterhalten, während sie andererseits den Tonus des gesammten Gefässsystems beherrschen, legte die Vermutung nahe, dass beide Erscheinungen in ursächlichem Zusammenhang ständen. Zu Gunsten dieser Ansicht spricht scheinbar ja auch die nach vorangegangener reflektorischer Lähmung des Tonus herabgesetzte Resorptionsleistung. Gleichwohl kann der Wirkung des Tonus für sich allein eine derartige resorbierende Funktion nicht zuerkannt werden auf Grund folgender Ueberlegung. Der Tonus besteht in einer gleichmässigen allmählichen Zusammenziehung der Gefässe und wird daher den Inhalt derselben in der durch die vorhandenen Klappen vorgeschriebenen Richtung zum Herzen befördern. Ist die Entleerung infolge der Zusammenziehung der Gefässwände einmal erfolgt, so verhindert die Kraft des Tonus eine neue Füllung, welche nicht unter einem grösseren Druck als er selbst auf den Inhalt der Gefässe auszuüben im Stande ist, in diese gepresst wird. Der Tonus hat nur bei continuirlichem Strom in den Gefässen, im Falle sich kleinere oder grössere Schwankungen in der Weite des Gefässbettes einstellen, die günstige Wirkung die vis a tergo zur Geltung kommen zu lassen. Diese letztere kann der Tonus aber nicht mit erzeugen; denn sonst müsste man eine saugende Wirkung desselben annehmen, wozu durchaus keine Berechtigung vorliegt. Infolge dessen können wir den mit Zerstörung des Centralnervensystems vernichteten Tonus nicht als Hauptursache anschuldigen (Heubel) für das Ausbleiben augenfälliger Resorption.

Nun hat man ferner eine andere Eigenschaft der Gefässe zur Erklärung des Zustandekommens der Resorption bei erhaltenem Centralnervensystem auszubeuten versucht, es sind die oben schon erwähnten rhythmischen

Contractionen der kleinen Gefässe, die vielfach bei Tieren und neuerdings auch beim Menschen gesehen wurden. Friedenwald[1]) konnte nämlich in einem Fall von vasculärer Keratitis an einzelnen neugebildeten Gefässen beobachten, dass der Inhalt in diesen bald ruckweise, bald in stetigem Fluss fortbewegt wurde und bezeichnet die Gefässe teils als Venen, teils als Capillaren; gleiches sah er auch an der Conjunctiva bulbi.

Bernstein nun vermisste derartige Contractionen an den Schwimmhautgefässen eines Frosches, dessen Centralnervensystem zerstört war und schreibt der Wirkung solcher Contractionen bei dem Vergleichstier den Effekt der im Goltz'schen Resorptionsversuch thätigen Aufsaugung zu.

Bei erhaltenem Kreislauf wissen wir, dass der Druck, unter dem das Blut aus den Capillaren in die kleinen Venen getrieben wird, recht bedeutend ist[2]). Dieser Druck ist die vis a tergo und die rhythmischen Contractionen der Gefässe können auf diesen gegebenen Inhalt im Sinne des Kreislaufes wirken. Wenn wir annehmen, dass die kleinen Venen analog wie beim Menschen wandständige Klappen haben, so sind diese der Blutbewegung in centripetaler Richtung natürlich besonders günstig. Wird nun durch Herausschneiden des Herzens die vis a tergo aufgehoben, so findet zunächst infolge der tonischen Contraction der Gefässe eine erhebliche Blutung statt. Diese hört nach einiger Zeit auf, obgleich die kleinsten Gefässe allenthalben noch mit Blut und Parenchymflüssigkeit in Berührung stehen und die rhythmischen Contractionen fortdauern.

[1]) Friedenwald, Centralblatt für Augenheilkunde. 1888, S. 33.

[2]) A. Fick, Ueber den Blutdruck in den Blutcapillaren. Pflüger's Archiv, Bd. 42.

Will man diese letzteren nun zur Erklärung der Resorptionsvorgänge im Goltz'schen Versuch verwerten, so müssen wir annehmen, dass jedesmal ein Gefässstück zwischen 2 Klappen wie ein Herz wirkt. Da die kleinsten Gefässchen, welche nur aus einem Endothelrohr bestehen, sich nicht aktiv bei dem Vorgang beteiligen können, so müssten die herzartig wirkenden Gefässstücke zugleich ansaugend wirken, was allerdings nur bei verhältnissmässig starrwandigen Röhren möglich ist.

Der Effekt der in 2 Stunden wirkenden Resorption, nämlich bis zu 9 cbcm Flüssigkeit, steht aber in keinem Verhältnis zu der abschätzbaren Leistungsfähigkeit der zu beobachtenden Gefässcontractionen nach aufgehobenem Kreislauf.

Würde der hydrostatische Druck die Flüssigkeiten aus dem hinteren Lymphsack in die Gefässe befördern, so ist nach Goltz auch nicht einzusehen, weshalb defibriniertes Blut so schlecht resorbiert wird. Es wurden in derselben Zeit, in der 7—9 cbcm Kochsalzlösung in das Gefässsystem übergegangen waren, nur $^1/_2$—1 cbcm defibriniertes Kalbsblut aufgesogen.

Der hydrostatische Druck lässt sich also nicht verwerten zur Erklärung des Resorptionsprocesses; man hat deshalb ferner an Diffusionsvorgänge gedacht, welche eine direkt physikalische Erklärung geben könnten.

Mit dieser Annahme stimmt die Thatsache überein, dass leicht diffundierbare Substanzen besser resorbiert werden, als schwer diffundierbare; denn defibriniertes Kalbsblut wird kaum merklich aufgesogen, während Kochsalzlösung in reichlichem Masse in die Gefässe übertritt. Hingegen spricht ein schwerwiegender Einwand gegen eine solche Auffassung, indem nämlich nicht einzusehen ist, weshalb eine Gefässwand, die tonisch

contrahiert ist, sich soviel anders zur Diffusion verhält, als eine, die des Tonus entbehrt. Wir kommen hier auf keinen Fall mit der blossen physikalischen Erklärung des Vorganges aus.

Im Anschluss an die Besprechung der rhythmischen Bewegungen der kleinen Gefässe und ihrer Wirkung, möchte ich noch einen Versuch anführen, der ebenfalls zeigt, wie wenig die Pulsationen, in diesem Falle die des Venensinus, für die Erscheinungen der Resorption erklären. Ich brachte den Venensinus in früher bereits angegebener Weise mit einem Sodamanometer in Verbindung, füllte den Rückenlymphsack mit Kochsalzlösung und wartete, bis das Ende der Sodasäule constant auf gleicher Höhe, in diesem Falle um 35 mm herum, pulsierte. Darauf wurde dem Frosch von einer schon vor dem Versuch in den Schädel gemachten kleinen Oeffnung aus Gehirn und Rückenmark zerstört. Nun sank die Flüssigkeit im Manometer allmählich mehr und mehr, bis sie auf 0 angekommen, hier die fortdauernden Pulsationen des Venensinus zeigte. Es kam nun trotz der deutlich wahrnehmbaren Pulsationen, welche sogar trotz der Vernichtung des Centralnervensystems noch am folgenden Tage zu beobachten waren, keine Resorption zu Stande, die sich im Manometer kundgegeben hätte. Selbst ganz geringe Druckveränderungen im Venensysteme hätten sich bei Anwendung eines Sodamanometers bemerkbar machen müssen. Im hinteren Lymphsack fehlte an dem vor dem Versuch eingefüllten Quantum kaum 1 cbcm, der aber auf Rechnung der vor Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes eingeleiteten Resorption zu setzen ist. Die Contractionen des Venensinus sind also nicht im Stande, bereits vor sich gehende Resorption zu unterhalten, geschweige denn den Process selbständig einzuleiten, wenn das

Centralnervensystem zerstört wurde. Da der Tonus zu gleicher Zeit vernichtet ist, so ist es erklärlich, dass das Manometer auf 0 sinkt, würde aber nun fortgesetzt durch Contraction des Venensinus eine saugende Wirkung ausgeübt, so müsste sich schliesslich das Gefässsystem füllen. Oder wenn Durchlässigkeit der Gefässwandungen angenommen wird, müsste sich die Flüssigkeit jedenfalls an einem anderen Orte als im Rückenlymphsack wiederfinden. Eine nennenswerte Resorption findet also nicht statt. Aber auch eine Verringerung der Flüssigkeit im Manometer wird nicht beobachtet, obgleich die frei hier kommunicierende Flüssigkeit leicht hätte in das sich erweiternde Gefässsystem übergepumpt werden können, sodass ein negativer Druck abzulesen war. Es hat demnach die Erschlaffung der Gefässwand nicht den Effect eines merklichen negativen Druckes und die Flüssigkeit blieb wie in kommunicierenden Röhren im Gleichgewicht und die Pulsationen hatten, wie zu erwarten war, nur die Wirkung, die Füllung hin und her schwanken zu lassen.

Fragen wir uns nun weiter, auf welchem Wege die Flüssigkeit aus den Lymphsäcken in die Blutbahn übergeht, so kann mit Bestimmtheit behauptet werden, dass dieselbe an Ort und Stelle der Injection in die kleinen Gefässe gelangt. Diese von Goltz bereits ausgesprochene Ansicht findet ihre Bestätigung durch Versuche von Archarow, in denen er zeigt, dass indigschwefelsaures Natron in den cruralen Lymphsack inji-

ciert zu allererst in der Femoralvene unterhalb der Lymphherzen aufgefunden wird und später erst in der unteren Hohlvene. Also ohne Beteiligung der Lymphherzen geht die Flüssigkeit am Ort der Injection in die Gefässe über.

Die Blutbahn ist der Weg, auf dem eine Weiterbeförderung der resorbierten Substanzen erfolgt; denn nach Unterbindung sämmtlicher zu- und abführenden Gefässe eines Froschschenkels, blieb die Resorption der in den cruralen Lymphsack gebrachten Lösungen aus, je weniger Gefässe unterbunden wurden um so lebhafter war die Aufsaugung (Archarow). Ebenso zeigte Goltz schon im Jahre 1871, dass nach Unterbindung des Herzens Strychnin, in einem Schenkel injiciert, in die Blutbahn gelange, indem er mit dem aus der unteren Hohlvene des vergifteten Tieres entnommenen Blute einen unversehrten Frosch vergiften konnte.

Zu den die Resorption besorgenden Gefässchen müssen wir ausser den Lymphgefässen auch die kleinen Venen rechnen, nachdem Magendie bewiesen hat [1]), dass den Venen ein so bedeutendes Aufsaugungsvermögen zukommt, dass nach Unterbindung des Ductus thoracicus Flüssigkeiten, z. B. Gifte, fast mit gleicher Geschwindigkeit ihre Verbreitung im Körper finden, als bei freier Durchgängigkeit desselben.

Der Vorgang der Resorption hat eine grosse Aehnlichkeit mit dem der Secretion und Goltz spricht bereits die Ansicht aus, dass, wie das Drüsenepithel unter der Mitwirkung von Nerven bei seiner Thätigkeit einen Strom von Flüssigkeit aus der Umgebung der Drüsen aufnehme und in die Drüsenausführungsgänge treibe, so könnte auch das Epithel der Gefässe die

[1]) Magendie, Leçons sur les phénom. physiques de la vie. Précis élément.

Funktion haben, Flüssigkeit in's Innere des Gefässrohres hinein abzusondern. Es wäre dann der Absonderungsdruck der Epithelzellen die gesuchte vis a tergo, welche die eigentümlichen Erscheinungen der Resorptionsversuche erklärte. Goltz weist darauf hin, dass der lebenden Gefässwand auch die Eigenschaft zuerkannt werde, durch eine von ihr ausgehende Wirkung die Blutgerinnung zu verhindern.

Ja wir sehen weiter, dass im Leben weder in der Blase der Harn, noch Gallenfarbstoff in den Gallenwegen und im Darme resorbiert wird, Verhältnisse die sich im Tode ändern. Auch wird ferner Schlangengift, Wutgift, Curare von den Darmepithelien nicht oder nur in sehr geringer Menge resorbiert, während z. B. Indigcarmin und Methylenblau von lebenden Zellen begierig aufgenommen wird.

In neuerer Zeit wird die Annahme einer selbstständigen aktiven Thätigkeit des Gefässendothels mehr und mehr ausgesprochen, da sich sowohl physiologische als pathologische Vorgänge, bei denen das Gefässsystem eine Rolle spielt, nicht durch einfache physikalische Processe erklären lassen.

So bezeichnet Cohnheim das Gefässendothel als „ein lebendes Gewebe oder Organ mit einem zwar völlig unbekannten, aber ganz gewiss regen Stoffwechsel.“ [1]).

Und Hermann spricht sich in der Abhandlung der Aufsaugung folgendermassen aus [2]). „Das Verständniss der Resorption, selbst der durch die Blutgefässe, ist sehr unvollkommen; denn selbst für die endosmotische Aufnahme des Wassers sind die Bedingungen nicht klar nachweisbar. Möglich, dass ähnlich wie bei der Secretion Zellen eine bisher nicht geahnte Hauptrolle spielen.“

[1]) l. c. S. 414.

[2]) Hermann, Lehrbuch der Physiologie. S. 188.

In neuester Zeit hat dann Heidenhain gezeigt[1]), dass die Lymphe durchaus nicht bloss ein Filtrat des Blutes ist, sondern dass den Endothelzellen der Lymphgefässe eine secretorische Thätigkeit zukommen müsse. Wurde nämlich Zucker oder Salzlösung in eine Vene gespritzt, so erschienen diese Substanzen in der Lymphe in höheren Concentrationen, als sie ins Blut injiciert waren.

Ist aber eine derartige secretorische Funktion für die Endothelzellen der Lymphgefässe als bewiesen anzusehen, so dürfen wir dieselbe ebenso gut auch für die kleinen Venen annehmen und wir werden die Goltzsche Ansicht vom Wesen des Resorptionsprocesses als neubegründet annehmen können.

Die Thätigkeit der Endothelzellen bei der Salzwasserresorption in den früher angeführten Versuchen lässt sich gewissermassen vergleichen mit der der Wurzelzellen hochorganisierter Pflanzen, indem diese ihre Lebensäusserungen darin zeigen, von der einen Seite her Flüssigkeit aus der Umgebung aufzunehmen[2]) und nach der anderen Seite wieder abzugeben. Wie nun bei Pflanzen[3]) die Resorption und der Flüssigkeitsstrom durch Verdunstung an den End- und Gipfelteilen angeregt und unterhalten werden — so wurde infolge der Aderlässe, welche einen gleichen Effect, wie dort die Verdunstung hatten, nämlich Flüssigkeit aus den Ge-

[1]) R. Heidenhain, Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Pflüger's Archiv, Bd. 43, ferner Gumilewski, Pflüger's Archiv, Bd. 39, S. 582 und Röhmann, Pflüger's Archiv, Bd. 41, S. 457.

[2]) Pfeffer, Osmotische Untersuchungen, 1877. S. 223.

[3]) J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzen-Physiologie, 1882.

fässen schafften, bei Tieren Resorption hervorgerufen, wenn das Nervensystem erhalten wurde. Die Verdunstung von Wasser, die bei lebenden Tieren in der Lunge und von der Haut fortgesetzt vor sich geht, spielt jedenfalls eine Rolle bei der Anregung der Resorption. Klemensiewicz[1]) konnte nach starken Blutverlusten mikroskopisch beobachten, dass die Arterien und Venen sich verengern, die Capillaren jedoch einige Zeit nachher, selbst bei stockendem Kreislauf infolge von Flüssigkeitsaufnahme aus den umgebenden Gewebslücken sehr weit wurden.

Ist nun, wie in unseren Versuchen, an irgend einer Stelle des Körpers Flüssigkeit im Uebermass vorhanden, so kommt es bald zu einem energischen Uebergang derselben in die Gefässbahn und das Nervensystem beherrscht quasi die relativ gleichmässige Verteilung derselben im Körper. Wird dagegen das Centralnervensystem zerstört, so hört diese Regulierung auf und die nächste Umgebung einer solchen Ansammlungsstätte kann überschwemmt sein, während andere Teile vertrocknen.

Wir sahen weiter oben, dass auch mit Zerstörung des Centralnervensystems der Tonus der Gefässe herabgesetzt wird, dass dieselben schlaff und weit werden und die im Innern vorhandene Flüssigkeit der Schwere nach in denselben sinkt. Diese Erweiterung der Gefässe ist nun wohl nicht lediglich als eine einfache Folge des Tonusverlustes ihrer Wandung anzusehen. Denn wir wissen, dass die tierischen Gewebe ebenso wie die pflanzlichen einen gewissen Turgor besitzen und dass, wie bei Verwundungen tierischer Teile Blut, so beim Anschneiden von Pflanzen Saft z. B. aus den Milchröhren her-

[1]) R. Klemensiewicz, Sitzungsbericht d. K. Akad. in Wien, XCVI. III. Abt.

vorquillt zufolge des Druckes der umgebenden Gewebszellenspannung. Sehen wir nun bei Tieren nach Zerstörung von Gehirn und Rückenmark die Gefässe weit und schlaff werden, so müssen wir annehmen, dass auch der Gewebsturgor durch jenen Eingriff gestört und damit zugleich die Möglichkeit der Ausdehnung der Gefässe gegeben wurde. Die Erweiterung der Gefässe wird sich vielleicht zuerst in den Teilen bemerkbar machen, wo derselben infolge des lockeren umgebenden Gewebes, wie in den Mesenterien, dem Darm etc. sehr geringer Widerstand entgegengesetzt ist, während in den Muskeln, dem Centralnervensystem etc., die von verhältnismässig straffen Membranen umgeben sind, der Turgor länger andauert und den Inhalt der Gefässe jenen leicht ausdehnbaren Gebieten zudrängt. Vielleicht hängt mit diesen veränderten Turgorverhältnissen die Thatsache zusammen, dass bei erhaltenem Centralnervensystem von aussen Flüssigkeit ins Innere der Gefässe wandert, sodass sogar eine Ueberfüllung derselben zu Stande kommen kann, während nach Zerstörung desselben, es nicht gelingt das Gefässsystem zu füllen, sondern die eingeführte Flüssigkeit aus dem Innern nach aussen durch die Gefässwände hinausgeht.

Wenn wir die bis jetzt gesammelten experimentellen Erfahrungen über den Resorptionsvorgang zusammenfassen, so werden wir denselben im Wesentlichen als einen Zellprocess bezeichnen können, der durch Nerven-

einfluss seitens der Centralorgane zu erhöhter Thätigkeit gesteigert wird. Normaler Weise läuft der Vorgang unter Thätigkeit der Endothelzellen bei vorhandenem Kreislauf und funktionierendem Centralnervensystem am vollständigsten ab.

Wird der Kreislauf vernichtet und das Centralnervensystem erhalten, so bleiben die Zellen reizbar und sind im Stande den Resorptionsprocess noch verhältnismässig lange zu unterhalten.

Bewahren wir in einem Gebiete des Körpers den Kreislauf, heben aber den Einfluss des Nervensystems in demselben, infolge Durchschneidung der z. B. zu einer Extremität führenden Nerven auf, so beobachten wir auch Resorption. Es werden die Zellen normalerweise ernährt und mit der Verrichtung ihres Stoffwechsels erfüllen sie die Bedingungen der Resorption, welche durch den Kreislauf unterstützt wird.

Wird nach Durchschneidung des Nerven einer Extremität auch der Kreislauf infolge Unterbindung des Herzens unterbunden und noch Resorption in den Schenkel injicierter Substanzen beobachtet, so kann man die Beförderung der Stoffe durch die Endothelzellen in die Gefässe noch als Lebensäusserung der Zellen ansehen, welche aber bald erlischt. In das Blut gelangt verteilen sich die Substanzen durch Diffusion, wobei Contractionen der Gefässe die Mischung beschleunigen mögen. Die unter diesen letzten Bedingungen resorbierten Mengen sind ausserordentlich gering, sodass es sich nie um messbare Quantitäten handelt, sondern z. B. in Versuchen von Goltz um Spuren von Strychnin und in denen von Archarow um eine Farbennuance. Dass Archarow auch nach Zerstörung des Centralnervensystems noch Resorption des indigschwefelsauren Natron fand, kommt wohl daher, dass dieser

Farbstoff äusserst begierig von lebenden Zellen aufgenommen wird und deshalb noch verhältnismässig reichlich resorbiert wurde vor Absterben der Endothelzellen und sich dann im Blute weiter verbreitete.

---

Für die Ueberlassung des Themas und für die Anregung zu vorstehender Arbeit spreche ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Goltz meinen verbindlichsten Dank aus.

---